©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Zur Frage über die Ausscheidung des Stickstoffes der im Körper zersetzten Albuminate.

Von Professor Dr. **J. Seegen.**

(Vorgelegt in der Sitzung am 15. December 1870.)

Es sind nahezu zwei Jahre verflossen, seitdem Herr Prof. Voit über unsere gemeinschaftlich ausgeführten Versuche berichtet hat. Prof. Voit hielt die zwischen uns bestehende Controverse für erledigt. Ich habe ihm schon damals mitgetheilt, dass ich zu meinem Bedauern mich nicht für überzeugt halten kann, dass die gesammte Stickstoffausscheidung durch die Nieren stattfinde, und dass die Ergebnisse der gemeinsamen Untersuchung für die Frage nicht entscheidend seien. Wenn ich erst heute, nach so langer Zeit zur Erwiederung gelange, geschieht es darum, weil ich gehofft hatte, die so wichtige Angelegenheit werde von anderen Forschern in den Kreis ihrer Untersuchungen gezogen werden, weil ich speciell die Veröffentlichung der von Toldt in Hering's Laboratorium ausgeführten Arbeit, auf welche ich weiter unten zurückkomme, abwarten wollte. Die Veröffentlichung erfolgte aus dort angeführten Gründen nicht; ich musste zu meinem Bedauern erfahren, dass man sich ganz einfach an Voit's Ausspruch halte, er habe während seiner kurzen Anwesenheit in Wien den Beobachtungsfehler entdeckt, auf den mein gefundenes Deficit zurückzuführen sei. An eine Kritik dieser gemeinsamen Arbeit ging Niemand; und so will ich es versuchen, heute über diese gemeinsamen Versuche zu berichten, und die Gründe darlegen, warum ich die Frage noch nicht für erledigt halte.

Es handelt sich hier nicht um Rechthaberei; die Bereitwilligkeit, mit welcher ich auf Voit's Antrag zu einem gemeinschaftlichen Versuche einging, ist Bürge dafür, dass es mir um Richtigstellung der Thatsachen zu thun war, und ich hätte nicht einen Moment geschwankt, öffentlich zu erklären, dass meine Anschauung, dass Stickstoff auch auf anderem Wege aus dem Körper treten könne, eine irrige sei, wenn mir nachgewiesen worden wäre,

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

dass das von mir zeitweilig gefundene Deficit auf einen Beobachtungsfehler zurückzuführen sei. Dieser Beweis ist nicht geliefert worden. Das Gesetz, wie es Voit aufstellt, ist aber von so hoher Wichtigkeit, es bildet gleichsam die Basis für alle Forschungen auf dem Gebiete der Ernährungsphysiologie, dass es nur dann als Solche gelten darf, wenn jede widersprechende Erfahrung in unwiderleglicher Weise auf eine unrichtige Beobachtung zurückzuführen ist.

Wir hatten für unsere Versuche zwei Versuchsthiere. Das eine derselben war der Hund, welchen ich seit langer Zeit für meine Ernährungsversuche benützte. Das zweite kleinere Thier hatte ich auf den Wunsch von Prof. Voit anfangs März angeschafft, und um das Stickstoffgleichgewicht herzustellen durch drei Wochen, bevor die Untersuchung begann, mit gleicher Fleischmenge gefüttert. Das Thier wog am 12. März 14040 Grm., es erhielt täglich 840 Grm. Fleisch (1½ Pfd.) und 900 Grm. Wasser. Das Körpergewicht sank rasch auf 12600 Grm. und blieb dann ziemlich stationär.

Die Dauer der Versuche war 10 Tage. In Bezug auf Bereitung der Nahrung, wie in Bezug auf Stickstoffbestimmung wurde gegen mein sonstiges Verfahren nichts geändert, und Voit anerkennt in offener Weise die Präcision, mit welcher das Fleisch von Fett und Sehnen gereinigt wurde, und die Zweckmässigkeit, der von mir zuerst für längere Versuchsreihen verwertheten directen Stickstoffbestimmungsmethode.

In einem wesentlichen Punkte differirte unsere Weise des Arbeitens; während ich das Versuchsthier etwa 2—3mal in 24 Stunden aus dem Stalle führen liess und es veranlasste, den Harn in ein untergehaltenes Glas zu entleeren, wurde auf Voit's Veranlassung dieser Vorgang alle 2 Stunden im Tage, an einzelnen Tagen auch noch öfter ausgeführt. Während ich ferner unmittelbar vor der Wägung, also vor dem Beginne des neuen Versuchstages das Thier einmal den Harn in ein untergehaltenes Glas entleeren liess, begnügte sich Voit mit dieser einmaligen Entleerung der Blase nicht. Das Thier wurde vielmehr im Hofe herumgeführt und demselben innerhalb 10—15 Minuten das Glas noch mehreremale untergehalten und wiederholte Harnausschei-

© Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

dung veranlasst. Da Voit diese Art des Vorgehens für sehr wichtig erklärte, wurde sie bei dem grossen Hunde unter seiner speciellen Leitung aufs Sorgfältigste ausgeführt. Der kleine Hund entleerte den Harn 1—2mal täglich in ein untergehaltenes Glas, fast immer entleerte er einen grossen Theil des Harns in dem Käfig, und wurde derselbe durch das Abflussrohr in einem unter dem Käfig befindlichen Gefässe gesammelt. Ich theile im Nachstehenden die Resultate der 10tägigen Untersuchungsreihe mit. Ich gebe die Resultate der directen Stickstoffbestimmung, da ich nur diese selbst ausführte, während Herr Prof. Voit die Harnstoffbestimmung nach Liebig's Methode machte.

A.

Nahrung 1200 Grm. Fleisch, Wasser 1300 CC.

Datum	Körper-gewicht	Harn-menge	Stickstoff des Harns		Anmerkungen.
			p. c.	p. d.	
30/3	27600	2100	1·88	39·5	Die Hälfte des Harnes Käfig gelassen.
31	27610	2050	1·87	38·3	1050 CC. wurden ausser dem Käfig in ein untergehaltenes Gefäss gesammelt.
1/4	27470	2073	1·84	38·1	Aller Harn ins Glas gelassen.
2	27460	2115	1·95	41·2	Aller Harn aufgefangen.
3	27420	2008	2·03	40·7	Aller Harn aufgefangen. N-Bestimmung von Voit ausgeführt.
4	27390	2053	1·9	38·9	Circa 200 CC. Harn im Käfig gelassen.
5	27420	2070	1·96	40·6	Aller Harn aufgefangen.
6	27490	1870	1·96	36·6	Harn nur 2mal ins Glas aufgefangen.
7	27520	1860	2·03	37·8	Harn nur 1mal aufgefangen.
8	27790	2160	1·93	41·7	Aller Harn stündlich ins Glas aufgefangen.
				393·4	

Die Ergebnisse dieser Untersuchungsreihe waren folgende:

1. Die Stickstoffausscheidung durch den Harn betrug 393·4 Grm. Wenn man dazu die Stickstoffausscheidung in dem Koth zu 0·5 Grm. per Tag mit 5 Grm. berechnet, beträgt die Ausscheidung

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

398·4 Grm. Dieser Ausscheidung steht die Einnahme von 408 Grm. gegenüber. Der Unterschied zwischen Einnahme und Ausgabe beträgt 9·6 Grm. das Deficit ist gleich 2·5%. Wenn nur jene 8 Tage in Rechnung gezogen werden, in welchen nach Voit's Methode der Harn gesammelt wurde, sinkt das Deficit auf 1%. Wird aber die Gewichtszunahme des Thieres um 190 Grm. als Fleischansatz berechnet, also 6·4 N von der Einnahme in Abzug gebracht, dann würden die Ausgaben die Einnahmen um 4 Grm. übersteigen. Dieses Plus steigt aber auf nahezu 4%, wenn für die Stickstoffausscheidung jene Ziffer zu Grunde gelegt wird, die Voit aus der Harnstoffbestimmung erhalten hat. Diese betrug für 8 Tage 329·2 Grm.

2. Die reiche Harnausscheidung und die Gleichmässigkeit der Harnausscheidung. In den 8 Tagen, innerhalb welcher der Harn nach Voit's Vorgang aufgefangen ward, schwankte die Harnausscheidung meist innerhalb der Grenze von 100 Cc.; nur am letzten Tage war die Ausscheidung um 160 Cu. grösser als die geringste Ausscheidung.

3. Die entschieden verringerte Harnausscheidung und damit auch die verringerte Stickstoffausscheidung in den beiden Tagen, in welchen der Harn fast ganz im Stalle entleert wurde (6. und 7. April), und die auffallende Steigerung von 1860 auf 2160 Cc. an dem darauf folgenden Tage, an welchem aller Harn in sehr häufigen Ausscheidungen ins Glas entleert wurde.

Das erste dieser drei Ergebnisse, ein minimales Deficit, oder ein mässiges plus stimmte mit den auch in früheren Untersuchungsperioden von mir wiederholt gefundenen Ergebnissen. Die Frage konnte durch dieses Resultat nicht gelöst werden. Es war nicht, wie Voit sagt, meine Aufgabe, ein Deficit zu zeigen, es war der ausgesprochene Zweck unserer gemeinschaftlichen Arbeit nachzuweisen, ob das von mir sehr oft gefundene Deficit auf einen Fehler in der Methode zurückzuführen sei.

Das zweite und dritte Resultat war nun von meinen Ergebnissen wesentlich dadurch verschieden, dass 1. die Harnausscheidung stetig eine bedeutend grössere war, als ich sie gefunden hatte, dass 2. die Schwankungen in den Harnquantitäten, die in aufeinander folgenden Tagen entleert wurden, geringer waren, und dass 3. die Art der Harnsammlung auf die Menge von entschiedenem

© Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Einflusse war, dass die Harnmenge eine geringere war wenn der Harn nach meiner Methode gesammelt war, und dass die Quantität eine vermehrte war, wenn nach Voit's Methode die Harnausscheidung in das untergehaltene Glas häufig statt hatte.

Prof. Voit deutet nun dieses Resultat ganz einfach dahin, dass bei meinen früheren Untersuchungen ein Theil des Harnes im Stalle verloren gegangen sei, dass ich nur dann kein Deficit gefunden habe, wenn ich den Harn ausser dem Stalle sammelte, dass also das Stickstoffdeficit nicht auf unsichtbare Ausscheidung zurückzuführen sei, sondern dass es auf sehr sichtbarem Wege, im Stalle selbst, verloren gegangen sei, dass es an den Wänden des Stalles, an den Haaren, an den Füssen des Thieres haftete und einfach nicht zur Untersuchung kam.

Nun das wäre die einfache Lösung des vermeintlichen Räthsels vom Deficit.

Schon eine etwas eingehendere Prüfung jener Tabellen, welche die Resultate meiner frühern Untersuchungen [1] enthalten, beweist, dass diese Lösung eine unrichtige ist. Wenn das vermeintliche Deficit durch Harnverlust verursacht wäre, hätte in den einzelnen Versuchsperioden dieses Deficit in umgekehrtem Verhältnisse zu den gefundenen Harnquantitäten stehen müssen. Es hätte z. B. in zwei Perioden mit gleicher Nahrungs- und Wasserzufuhr, jener Periode, in welcher das Stickstoffdeficit ein grosses war, auch ein verhältnissmässig kleineres Harnquantum entsprechen müssen. Die Beobachtungsresultate sind mit dieser Annahme im Widerspruche. Einige Beispiele werden dieses bestätigen. In der ersten Versuchsreihe (Tab. *A*) wurde in der zweiten 10tägigen Periode ein Stickstoffdeficit von 7% gefunden, und in der vierten Versuchsreihe ein solches von 22·5%. Die tägliche Harnausfuhr war im Durchschnitte in der einen Periode 851 Cc., in der anderen Periode 814 Cc., in den fehlenden oder nach Voit's Annahme verlorenen 37 Cc. Harn konnte doch nicht eine 14% des Gesammtstickstoffbefundes entsprechende Menge Stickstoff vorhanden gewesen sein. In beiden Perioden war Wasser und Nahrungszufuhr vollkommen gleich.

---

[1] Seegen. Über die Ausscheidung des Stickstoffes der im Körper umgesetzten Albuminate. LV. Bd. d. Sitzb. d. kais. Akad. d. Wissensch. Jg. 1867.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

In der zweiten Versuchsreihe (Tab. *B*) war in der Periode V ein Stickstoffdeficit von 10%. In der Periode VIII war ein Stickstoffplus von 4·3% gefunden. In jener Periode war die tägliche Harnausfuhr 1767 Cc. und in der Periode VIII war die tägliche Wasserausfuhr durch den Harn 1761 Cc. Die directe Wassereinfuhr war in beiden Perioden gleich. Die Wassereinfuhr im Fleische war in der ersten Periode um 60 Grm. grösser. Selbst für den Fall, dass diese ganze Wassermenge zur Ausscheidung gekommen und verloren gegangen wäre, hätte sie doch nicht 14·3% Stickstoff enthalten können. Denn da 1767 Cc. Harn durchschnittlich 30 Grm. Stickstoff enthalten, würden die fehlenden 54 Cc. Harn 0·9 Grm. Stickstoff enthalten, die Differenz würde um circa 3% herabgemindert; es bliebe noch immer ein Deficit von 7·2% und im Vergleiche zu der Periode VIII ein Unterschied von 11·5% in der Stickstoffausscheidung.

Wie ist es aber zu erklären, dass in unserem gemeinsamen Versuche die Harnausscheidung eine grössere war, wenn das Thier den Harn ins Glas entleerte, dass sich dieselbe verringerte, sowie das Thier den grössten Theil des Harnes in dem Stalle entleerte, und abermals stieg, sowie die Entleerung ins Glas erfolgte? Voit nennt diese letzten Versuche das *experimentum crucis*, welches unwiderleglich den Harnverlust im Stalle beweist. Mir scheint dieses Experiment in einem ganz anderen Sinne richtiger gedeutet werden zu können. Ich glaube nämlich, dass die Harnquantität, welche erhalten wird, wenn das Thier nach seinem Harnbedürfnisse den Harn im Stalle entleert, der normalen Harnausscheidung entspricht, während jenes Harnplus, welches man erhält, wenn der Harn direct ins Glas gelassen, durch gesteigerte Harnsecretion in Folge übermässig häufiger Entleerung der Blase hervorgebracht ist.

Diese Ansicht drängte sich mir zuerst aus der Analogie mit der Speichelsecretion auf. Wir können diese Secretion durch häufiges Ausspeien, also durch häufige Excretion bedeutend steigern. Directe Bestätigung für diese Anschauung fand ich in den von Kaupp angestellten Versuchen. Kaupp[1] hat in zwei langen

[1] Kaupp. Beiträge zur Physiologie des Harns. Archiv für physiol. Heilkunde 1856.

Zeiträumen von 59 und 60 Tagen an sich selbst Versuche angestellt über den Einfluss der Häufigkeit der Harnausscheidung auf die Menge des ausgeschiedenen Harnwassers und der festen Harnbestandtheile. Er hat an je einem Tage den Harn durch 12 Stunden in der Blase zurückgehalten und dann entleert, und in dem nächst folgenden Tage den Harn in Zwischenräumen von 2 Stunden und in einzelnen Versuchen noch häufiger entleert und das Ergebniss seiner Versuche war: „dass die Häufigkeit der Blasenentleerung von sehr deutlichem Einflusse war auf die Menge des Harnes überhaupt, sowie auf die Mengenverhältnisse einzelner Bestandtheile desselben. Die Mittelzahl der täglichen Harnausscheidung bei einmaliger Entleerung innerhalb 12 Stunden betrug 808 Cc., während sie bei stündlicher Ausscheidung 895 Cc. betrug. Die Harnstoffausscheidung war bei einmaliger Entleerung innerhalb 12 Stunden, im Mittel 17·9 Grm., bei 12maliger Entleerung 18·8 Cc. In einzelnen Versuchsreihen war die Differenz noch grösser; sie betrug für die Harnwasserausscheidung 13—14% und für die Harnstoffausscheidung 6%.

Ludwig[1] glaubt die verminderte Harnsecretion bei seltener Excretion auf den Widerstand beziehen zu müssen, den der in die Harnkanälchen ergossene Harn beim Abfliessen findet. Kaupp glaubt, dass in der stark gefüllten Blase eine Resorption des Harnes durch die Blasenwandung stattfinden könnte. Die Deutung ist, wie er selbst hinzufügt, noch eine problematische, während die Thatsache „aufs schlagendste“ bewiesen ist.

Voit hat den Hund im Verlaufe des Tages sehr häufig aus dem Stalle geführt, und die Blase ins untergehaltene Glas entleert Während in meinem Versuche auch da, wo das Thier angehalten wurde, allen Harn in ein untergehaltenes Glas zu entleeren, diese Entleerung 3—4mal täglich stattfand, hatte Voit die Entleerung 6—8mal veranlasst und am letzten Versuchstage, an welchem die Harnauscheidung am reichsten war, war auch die Häufigkeit der Entleerung am grössten. Voit hat vom frühen Morgen bis zum späten Abend die Entleerung stündlich veranlasst, nebenbei noch unmittelbar vor der Fütterung innerhalb 1/4 Stunde die Blase mehreremal entleert.

[1] Ludwig. Lehrbuch der Physiologie des Menschen. 1861.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Es ist also begreiflich, dass er dadurch ein reicheres Harnquantum erzielte, und dass diesem entsprechend die Summe des ausgeschiedenen Harnstoffes eine grössere war.

Dass die dem letzten Versuchstage entsprechende Harnentleerung, die das eigentliche „*experimentum crucis*“ bilden und den Verlust von circa 300 Cc. Harn im Stalle nachweisen soll, nicht der normalen Harnausscheidung des Thieres entsprechen kann, geht noch aus einer anderen Betrachtung hervor.

Das Thier erhielt als Getränk 1300 Cc. Wasser. Mit der Nahrung führte dasselbe ein, circa 900 Cc. Wasser, wenn wir den Wassergehalt des Fleisches zu 75% annehmen. Die Summe der Wassereinfuhr beträgt 2200 Cc. Wäre die Ausscheidung von 2160 Cc. die normale, dann bliebe für die Wasserausscheidung durch Haut und Lunge nur 40 Cc., eine Ziffer, die doch für die Dauer sicher nicht der normalen Ausscheidung entspricht.

Ich suchte unmitttelbar nach Voit's Abreise nach einem Wege, um mit unantastbarer Sicherheit die Menge der täglichen Harnausscheidung festzustellen. Da die Entleerung im Stalle nach Voit's Annahme einen Verlust im Gefolge hatte, die häufige Entleerung ins Glas nach meiner Ansicht nur anomale Steigerung der Harnausscheidung veranlasst, konnte diese Frage nur gelöst werden, wenn das Thier einen Apparat mit sich trug in welchen es den Harn entleert, das Thier also nach seinem Bedürfnisse den Harn entleerte, ohne dass ein Verlust zu besorgen sei. Ich liess einen solchen Apparat anfertigen. Es war eine ziemlich tiefe Blechschiene, welche mittelst Riemen am Bauche befestigt, den Penis beherbergte. In der Mitte der Schiene befand sich ein Ansatzrohr, und an diesem wurde ein Blechgefäss angeschraubt, in welchem der Harn gesammelt werden konnte. Das Thier trug diese Bandage nur unwillig. Beim Niederlegen sickerte überdies an den Schienenseiten Harn hervor. Um dies zu verhüten, musste der Hund am Niederlegen gehindert werden, was aber mit Hilfe einer zweckmässigen Bandage erreicht wurde. Der Hund stand auf einem Barren und konnte sich auf die Hinterbeine niederlassen, während ein Apparat von Gurten, durch welchen er an den Seitenstangen befestigt war, das Niederlegen hinderte. Der Zustand des Thieres war kein sehr erquicklicher und nach 4 Tagen musste er aus dieser unangenehmen Lage befreit werden. Innerhalb dieser

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Zeit war der Harn stets in das Blechgefäss entleert worden, welches 4—5mal täglich gewechselt wurde, es ging auch nicht ein Tropfen Harn in Verlust. Die Harnmengen waren:

16/4 1780 Cc., 17/4 1840, 19/4 1750, 20/4 1710, 21/4 1720.

Ich gestehe, diese Ziffern sind das Resultat einer zu kurzen Beobachtungszeit; der Hund war überdies in unbehaglicher Lage und mögen dadurch die normalen Functionen beeinträchtigt gewesen sein; bedeutend kann diese Störung nicht gewesen sein, da das Thier seine Nahrung ganz in normaler Weise verzehrte. Die Ziffern sind doch in jedem Falle der Harnmenge näher, die das Thier im Stalle gelassen hat als jener, die es bei häufiger Blasenentleerung ausgeschieden hat.

Ein weiterer Beweis dafür, dass der Harnverlust im Stalle durchaus nicht von der Bedeutung sein kann, die Voit annimmt, liegt endlich in den Resultaten unserer gemeinsamen Untersuchungen an dem kleineren Hunde. Dieses Thier entleerte nahezu immer den Harn im Stalle und wurde nur 1—2mal täglich, meist nur unmittelbar vor der Fütterung, aus dem Stalle geführt, um den Harn ins untergehaltene Glas zu entleeren. Die Resultate der 8tägigen Untersuchung waren folgende:

Datum	Körpergewicht	Harnmenge	N aus der Harnstoffbestimmung
31	12560	1400	28·7
1	12620	1300	24·7
2	12620	1220	24·4
3	12540	1280	30·7
4	12470	1220	27·8
5	12490	1250	27·7
6	12540	1240	25·4
7	—	unbestimmt	26·4

Die Summe der Stickstoffausscheidung durch den Harn betrug 215·8 Grm., dazu, bei durchschnittlich täglicher Ausscheidung von 0·5 Grm. N mit dem Koth, 4 Grm. in 8 Tagen; macht also zusammen eine N-Ausscheidung von 219·8. Die Einnahme betrug, den N des Fleisches zu 3·4 Grm. gerechnet, 228·8. Die Differenz ist 9 Grm. für 8 Tage, das Deficit beträgt also 3·9%. Dieses Deficit ist ein sehr mässiges. Wenn man noch in Rechnung bringt, dass es

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

sich um ein Thier handelte, welches erst seit einem Monate in Verwendung war, welches sich an den Aufenthalt im Stalle nicht gewöhnt hatte, welches in demselben so tobte und herumarbeitete, dass es die Matratze und Holzthüre zerbiss, die Metallbekleidung aufriss, so dass unmittelbar vor dem Beginne des gemeinschaftlichen Versuches an derselben eine Reparatur nöthig wurde, wenn trotz alledem der etwa mögliche Harnverlust nur ein Deficit von nicht ganz 4% bewirkt haben konnte, gibt gerade dieses Resultat „ein schönes Beispiel dafür ab", dass die grösseren Deficite, die ich bei dem ruhigen, seit Jahren für unsere Versuche abgerichteten und an seine Gefangenschaft gewöhnten Thiere gefunden habe, nicht auf Harnverlust im Stalle zu beziehen sind.

Die Ergebnisse unserer gemeinschaftlichen Untersuchung hatten darum auch nicht die Überzeugung in mir hervorbringen können, dass das in früheren Untersuchungsepochen von mir gefundene Deficit auf einen Fehler in der Methode zu beziehen sei. Ich hatte im Gegentheile durch die Versuchsergebnisse an dem kleineren Hunde die Bestätigung erhalten, dass die Art der Harnansammlung, vorausgesetzt, dass der Stall zweckmässig eingerichtet ist, keinen irgendwie erheblichen Fehler veranlassen könne. Dass minimale Verluste stattfinden können, ist gewiss nicht ausgeschlossen; aber diese sind auch beim Einsammeln ausser dem Stalle nicht zu vermeiden, da das Thier oft, wenn das Glas weggezogen wird, noch einige Tropfen Harn entleert, oder den Harn zu entleeren beginnt, ehe man ihm mit dem Glase folgen kann. Das Einsammeln ins Glas hat dagegen den schwer wiegenden Nachtheil, dass das Thier, aus Besorgniss, es könnte den Harn in dem Stalle entleeren, oft herausgeführt werden muss, dass die Blasenentleerung häufiger vorgenommen werden muss, als dem Bedürfnisse des Thieres entspricht und dass dadurch eine vermehrte Harnausscheidung statt hat. Ein nüchterner Referent über unsere gemeinschaftlichen Untersuchungen hätte berichten müssen, dass nach Voit's Methode der häufigen Harneinsammlung eine grössere Quantität Harn gewonnen wird, als nach meiner Methode der theilweisen Harnansammlung im Stalle. Dieses Referat wäre den Thatsachen entsprechend gewesen. Ganz ungerechtfertigt ist es, wenn Voit behauptet, „es sei constatirt, dass bis zu 300 Cc. im Käfig von Seegen verloren gehen können, wenn man auch früh den Harn im Glase sammelt". Voit

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

hat sich nicht darauf beschränkt Thatsachen zu berichten, er hat sie gedeutet und die Deutung für das unzweifelhafte Ergebniss der Untersuchung ausgegeben.

Für sehr zweckmässig halte ich es, und nach dieser Richtung habe ich durch die gemeinsame Untersuchung eine wichtige Erfahrung gewonnen, dass das Thier unmittelbar vor dem Beginne jedes Versuchstages veranlasst werde, mehreremale Harn zu lassen, da nur in dieser Weise eine möglichst vollständige Entleerung der Blase erzielt werden kann. Dadurch erklärt es sich dass Voit gleichmässigere Tagesausscheidungen erhielt, als ich erhalten habe. Es ist dies zwar für längere Versuchsreihen ganz bedeutungslos, da man eben die Ausscheidungen der ganzen Epoche im Auge hat, und eine ausreichende Entleerung der Blase beim Schlusse des Versuches genügend ist, um Fehler, die durch zurückgehaltenen Harn in Rechnung kommen können, zu beseitigen. Aber für kleine Versuchsepochen, zumal bei Vergleichung einzelner Tage, ist diese Vorsicht unerlässlich.

Ich hatte Voit gegenüber nicht verhehlt, dass die Resultate der Untersuchung meine Überzeugung an ein mögliches Stickstoffdeficit nicht erschüttert haben; es müsse in entscheidender Weise ein Fehler in meiner Untersuchungsmethode nachgewiesen werden, und da nun Voit diesen Fehler in der Harneinsammlung gefunden zu haben glaubte, verlangte ich, dass durch Controlversuche dieser Verlust im Stalle nachgewiesen werde.

Zur Nachweisung dieses Verlustes wurden Ausgussversuche veranlasst. Prof. Voit hatte zu dem Versuche eine Zuckerlösung vorgeschlagen. Es wurde eine Menge käuflichen Traubenzuckers in 1000 Cc. Wasser gelöst und mittelst der Fehling'schen Kupferlösung der Zuckergehalt der Flüssigkeit bestimmt. Der Titre der Cu-Lösung war so gestellt, dass 5 Cc. Cu-Lösung 50 Mg. Zucker anzeigten. Zur Reduction von 5 Cc. Cu-Lösung waren 18·6 Cc. der 10fach verdünnten Zuckerlösung verbraucht worden. Von dieser Lösung wurden in dem Stalle, in welchem der Hund sich befand, 960 Cc. aufgespritzt. Diese Lösung enthielt nach der vorangegangenen Bestimmung 25·8 Grm. Zucker. Die Aufspritzung führte Voit selbst nach eigenem Gutdünken aus. Die Flüssigkeit wurde in eine 100 Cc. fassende Pipette gegeben, an den Wänden

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

des Stalles alle Stellen aufgesucht, welche durch ihre mattere Farbe die Bahnen bezeichneten, an welchen der Hund seinen Harn entleerte und in dieser Richtung die Lösung von Voit selbst aufgespritzt. Die Aufspritzung geschah in 8—10 verschiedenen Absätzen in Zwischenräumen von einigen Stunden, und zwar wurden stets circa 100 Cc. Harn aufgespritzt. Der kleine Hund befand sich während des Ausgussversuches im Stalle, um so den Versuch den normalen Verhältnissen möglichst entsprechend zu halten. Das abgeflossene Quantum, in welchem Zuckerlösung und Harn gemischt waren, betrug 2075 Cc.; davon reducirten 20·8 Cc. der 5fach verdünnten Flüssigkeit 5 Mg Cu-Lösung. Die Flüssigkeit enthielt also in Summe 24·9 Grm. Zucker, der Verlust an Zucker betrug also 3·6%.

Die Untersuchung mit dem Polarisationsapparat hatte in der ursprünglichen Zuckerlösung einen höheren Zuckergehalt nachgewiesen, nämlich statt 25·8 wurde 32 Grm. gefunden. Es wurde angenommen, dass vielleicht noch eine Substanz mit vorhanden sei, welche gleichfalls Rechtsdrehung der Polarisationsebene veranlasse, ohne Cuoxyd zu reduciren. Schneider dachte an Dextrin. Voit hielt diese Differenz in den Ergebnissen der chemischen und optischen Analyse nicht für massgebend und der Versuch wurde fortgesetzt. Erst als das Resultat der Aufspritzung durch die Analyse ermittelt war, hielt Voit diesen Aufspritzungsversuch nicht für beweisend, indem er behauptete, dass im Stalle ein Theil des vermeintlichen Dextrins sich durch die Mischung mit Harn in Zucker umgewandelt habe. Ich verlangte zum Beweise dieser Behauptung einen directen Versuch. Ich löste Dextrin in Wasser, 10 Cc. der Lösung wurden mit 40 Cc. Wasser und 10 Cc. mit 40 Cc. Harn gemischt und je in einem Becherglase durch 24 Stunden stehen gelassen. Nach dieser Zeit wurden die beiden Lösungen mit Cu geprüft, es trat nicht die Spur einer Reduction auf. Voit's Annahme war also ganz unbegründet. Dieses ist der einzige Ausgussversuch, den wir gemeinschaftlich angestellt, und wenn es einer Bestätigung für mich bedurft hätte, würde dieser Versuch mir bewiesen haben, dass der Verlust im Stalle ein Minimum betrage. Voit vermuthete, dass der angewandte Zucker verunreinigt sei; er schickte Zucker aus seinem Laboratorium, der aber dieselbe Verschiedenheit in den Ergebnissen der optischen und chemischen

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Bestimmung nachwies. Man muss annehmen, dass mit dem Traubenzucker noch ein oder mehrere Kohlenhydrate vorhanden seien, welche gleichfalls Ablenkung des polarisirten Lichtstrahls bewirken, ohne dass sie Kupferoxyd reduciren, oder dass, wenn eine Reduction stattfindet, diese nicht in dem Äquivalent-Verhältnisse erfolgt, wie beim Traubenzucker. Sei dem, wie ihm wolle. Selbst für den Fall, dass Verunreinigung mit vorhanden gewesen wäre, müsste doch, wenn von einem und demselben Körper in zwei aufeinanderfolgenden Tagen nach derselben Methode nahezu die gleiche Menge gefunden wird, angenommen werden, dass der Verlust nur ein der Differenz der an beiden Tagen durch die Analyse nachgewiesenen Quantitäten entsprechender gewesen ist; die Differenz zwischen dem durch Cuoxyd nachgewiesenen Zuckergehalt der Ausgussflüssigkeit, und dem gleichfalls durch Cuoxyd nachgewiesenen Zuckergehalt der Abflussflüssigkeit betrug 3·5%, der durch Aufspritzen entstandene Verlust kann also nicht mehr als 3·5% betragen haben.

Ich habe später im Vereine mit Prof. Hering, welchen Voit mit der Controle betraut hatte, einen Ausgussversuch mit 1000 Cc. Harn gemacht. Der ausgeflossene Harn betrug 895 Cc. Bei diesem Versuche stellte es sich heraus, dass der Verlust sehr minimal ist, wenn man den Harn in der vorderen Hälfte des Stalles der Ausflussöffnung nahe aufspritzt und dass der Verlust bedeutend grösser wird, wenn die Ausspritzung im hinteren Theile des Stalles zumal an der Rückwand statt hat. Dabei zeigte es sich auch, dass der Wasserverlust grösser ausfällt als der Verlust an den im Wasser gelösten Stoffen, wahrscheinlich weil das Wasser durch das längere Stagniren, wenn es von der Ausflussöffnung entfernt aufgespritzt wird, theilweise verdunstet, während die festen Bestandtheile von der abfliessenden Flüssigkeit mitgespült werden. Die zur Aufspritzung benützte Flüssigkeit enthielt 37·5 Grm. Harnstoff, die abgeflossene Flüssigkeit 36·8. Der Verlust an Harnwasser betrug 10·5% der an Harnstoff nicht ganz 2%.

Voit führt noch Ausgussversuche an, die Prof. Schneider auf seinen Wunsch mit Zuckerlösung angestellt hat. Schneider löste 170 Grm. des ihm von Voit geschickten Traubenzuckers in 2050 Cc. Wasser, wovon an zwei aufeinanderfolgenden Tagen je

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

1000 Cc. aufgespritzt wurden. Nach Voit's Mittheilung enthielt die am ersten Tage aufgespritzte Lösung 52·1 Grm. und am zweiten Tage 48·5 Grm. Zucker. In der ausgeflossenen Flüssigkeit erhielt man am ersten Tage 46·6 Grm. Zucker und am 2. Tage 48·9 Grm. Voit resumirt nun diesen Augussversuch dahin: „am zweiten Tage wäre der Verlust Null gewesen, es wäre sogar etwas mehr erhalten worden, als ausgegossen wurde, was natürlich unmöglich ist; am ersten Tage betrug der Verlust 10%". Eine richtige Auffassung des Versuches hätte anders gelautet; an zwei aufeinanderfolgenden Tagen — was in Voit's Arbeit nicht erwähnt ist — wurden 100·6 Grm. Zucker aufgespritzt und 95·5 Grm. Zucker wieder erhalten. Der Verlust reducirt sich auf 5% und das Wunder ist zugleich auch erklärt, wie es komme dass am zweiten Tage mehr ausfloss als ausgegossen wurde. Die nachströmende Flüssigkeit des zweiten Tages hatte die Residuen des ersten Tages abgespült, und wenn der Versuch längere Zeit fortgesetzt worden wäre, und der Verlust aus den Residuen sich auf viele Tage vertheilt hätte, wäre derselbe percentisch noch viel geringer gewesen.

Schliesslich führt Voit auch die auf seinen Wunsch von Prof. Schneider ausgeführten Ausgussversuche mit Kochsalzlösung an. Von 1000 Cc. einer Kochsalzlösung mit 52·4 Grm. Kochsalz erhielt Schneider aus der Abflussöffnung 815 Cc. mit 44·8 Grm. Kochsalz wieder. In einem zweiten Falle von 1000 Cc. mit 52·4 Grm. Salz 825 Cc. mit 45 Grm. Salz. Der Verlust betrug also 14%. Aber Prof. Voit erwähnt nicht, dass, wie ihm Schneider mittheilte, das Kochsalz, wie vorauszusehen war, durch das Zink des Stalles eine Zersetzung erlitten habe, dass der Boden und die Wände des Stalles von Chlorzinkverbindungen schwarz angelaufen waren, dass also eine genaue Verlustbestimmung unmöglich war.

Eine nüchterne Kritik möge beurtheilen, ob diese Ausgussversuche, zumal die letztgenannten, zu dem Ausspruche berechtigen, die Verluste an Chlor seien völlig in Übereinstimmung mit dem Verluste an Harnstoff, wenn der Hund den Harn nicht ins Gefäss lässt. Die Ausgussversuche beweisen im Gegentheile, dass wenn die Flüssigkeit unter den ungünstigsten Verhältnissen aufgespritzt wird, das heisst an Stellen, welche wie die Hinterwand des Stalles sehr entfernt von dem Abflussrohre sind, und an

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

welcher, wie Voit sich zu überzeugen Gelegenheit hatte, nie die Spuren einer Harnbahn vorkommen, durch langsames Abfliessen des Harnes und durch Verdunsten desselben ein Theil des Harnwassers verloren gehen kann, dass aber der Verlust an festen Bestandtheilen, wenn auch nur zwei aufeinander folgende Beobachtungstage berücksichtigt werden, nicht über 4—5% beträgt.

Ich gelange zu dem Schlusse, dass die gemeinschaftlichen Untersuchungen an den 2 Hunden und die Ausgussversuche es bis zur Evidenz festgestellt haben, dass das von mir gefundene Deficit nicht auf einen Harnverlust im Stalle zu beziehen ist.

Ich habe in dem auf unsere gemeinschaftlichen Versuche folgenden Winter die Untersuchungen über den Stickstoffumsatz nochmals aufgenommen, und zwar indem ich, in der Weise, wie ich es in meinen früheren Versuchen gethan, den Hund 2—3mal täglich den Harn in ein ihm untergehaltenes Glas entleeren liess. Mit wenigen Ausnahmen wurde aller Harn in dieser Weise gesammelt. An einzelnen Tagen war ein Theil des Harnes im Stalle gelassen und in das unter demselben befindliche Glas abgeflossen. Die Nahrung war während der ganzen Versuchsdauer dieselbe, 1200 Grm. fettfreies Fleisch. Die Wassermenge variirte in den verschiedenen Abschnitten der Versuchsepochen. Ich wollte nämlich sehen, ob durch die verschiedene Wasserzufuhr sich das Verhältniss zwischen Wasserausfuhr durch Nieren und Lungen ändere, und ob etwa damit auch eine Verschiedenheit in der Stickstoffausscheidung im Zusammenhange sei. Die Wassermenge variirte von 500 Cc. bis 1800 Cc. p. d. Die Ergebnisse der über 56 Tage sich erstreckenden Versuchszeit waren folgende:

1. Die Stickstoffzufuhr betrug, den Stickstoffgehalt des Fleisches zu 3·4 Grm. per 100 berechnet, 2284·8 Grm. Die Ausfuhr durch den Harn beträgt 2332·2. Die Ausfuhr durch die Fäcalmassen, wenn diese für den Tag mit 0·5 Grm. angenommen wird, gibt in 56 Tagen 28 Grm. Die Summe der Ausscheidung durch Harn und Koth war also 2360·2. Es waren also durch die sensiblen Ausscheidungen 75·4 Grm. mehr ausgeführt, als durch die Nahrung eingenommen wurde; es ist dies gleich einem Plus von 3·3%.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

2. Dieses Plus der Ausfuhr gegen die Einfuhr vertheilt sich aber nicht gleichmässig auf die einzelnen Tage. An einzelnen Versuchstagen beträgt die Ausfuhr weniger als die Einfuhr; sie sinkt zweimal bis auf 36·6 und 36·4, in den meisten Tagen schwankt die Ausfuhr zwischen 39 und 41 Grm. während sie in anderen Tagen bis auf 43 Grm. und darüber steigt. In hohem Grade beachtenswerth ist die Periode vom 2. bis 7. Februar. Innerhalb dieser 5 Tage steigt die tägliche Stickstoffausfuhr bis über 50 Grm. per Tag, und beträgt in Summe innerhalb dieser 5 Tage 249·1 Grm., während die Einfuhr, zu 40·8 Grm. berechnet, 204·0 betragen würde, was, selbst von der Ausscheidung mit dem Kothe abgesehen, ein Plus der Ausscheidung von 45 Grm. betragen würde. Die Ausfuhr wäre in diesen 5 Tagen um 22% grösser als die Einfuhr. Das Körpergewicht ist innerhalb dieser Zeit nahezu gleich geblieben; an eine Stickstoffausgabe auf Kosten des Körpers ist also nicht zu denken. Die Stickstoffausscheidung ist auch nicht in der Vorperiode auffallend gering gewesen, es ist also dieses Plus nicht so zu deuten, als sei im Körper aufgespeichertes Umsatzmaterial plötzlich ausgeschieden worden. Ebensowenig ist an einen Fehler zu denken, der als Erklärung eintreten könnte. Das Fleisch habe ich selbst täglich gewogen, zubereitet und dem Hunde gegeben, und ein etwaiger Fehler in der Stickstoffbestimmung in Harn, der bei der grossen Übung, die ich in dieser Arbeit habe, kaum anzunehmen ist, würde sich nicht plötzlich auf 5 Tage erstrecken und eine solche Höhe erreichen. Die einzig mögliche Deutung ist also die, *dass mit dem Fleische eine grössere Stickstoffmenge eingeführt wurde, als dies der von uns zu Grunde gelegten Ziffer des Stickstoffgehaltes des Fleisches entspricht.*

3. Die Wasserausfuhr durch die Nieren scheint auf die Stickstoffausscheidung keinen sehr bemerkenswerthen Einfluss zu üben. Die Wasserausfuhr in unseren Versuchen differirte entsprechend der Wassereinfuhr von 1200—2500 Cc. per Tag, die durchschnittliche Stickstoffausfuhr beträgt 41 Grm. per Tag und diese Grösse der Ausfuhr findet sich in den Perioden mit grösster wie mit kleinster Wasserausfuhr. Die früher erwähnten, ungewöhnlich grossen Stickstoffausscheidungen von 47—50 Grm. fallen gerade in die Periode der kleinsten Wasserausfuhr.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Diese Thatsache ist bemerkenswerth, da man bis jetzt auf Versuche von Böcker, Genth und Mosler gestützt angenommen hatte, dass mit der vermehrten Harnausscheidung auch die Harnstoffausscheidung eine grössere sei. Die erwähnten Versuche wurden an Menschen angestellt.

So vortrefflich auch solche Versuche angestellt sein mögen, sind doch ihre Resultate weniger verlässlich als die an Thieren angestellten. Während dort das Nahrungsmaterial ein sehr complicirtes ist, und jede Analyse desselben mit grossen Fehlern behaftet ist, hat man es hier mit einem einzigen Nahrungsmittel zu thun. Während es ferner kaum möglich ist, den Menschen durch längere Zeit unter ganz gleichen Verhältnissen zu erhalten, ist dies bei einem Thiere, dessen Lebensbedingungen viel einfacher sind, leicht möglich, und darum kann auch die Dauer eines Versuches eine viel längere sein. Die bei Versuchen an Thieren gewonnenen Resultate dürften darum massgebender sein, und mindestens zur Revision dieser Frage anregen.

4. Gesteigerte Wasserzufuhr vermehrt nicht bloss die Harnausscheidung, sondern es wird das ganze Plus des eingeführten Wassers nahezu ganz durch die Blase entleert. Wenn wir in unseren Versuchen von der geringsten Wasserzufuhr zu der grössten aufsteigen, und das Mittel der täglichen Harnausscheidung ziehen, stellt sich das Verhältniss der Harnausfuhr zur Wasserausfuhr folgendermassen in den verschiedenen Versuchsperioden dar:

Nr.	Wasserzufuhr	Mehrbetrag gegen die Vorperiode	tägliche Harnausscheidung	Mehrbetrag gegen die Vorperiode
I.	500		1260	
II.	800	+ 300	1506	+ 256
III.	1200	+ 400	1892	+ 386
IV.	1500	+ 300	2216	+ 324
V.	1800	+ 300	2493	+ 274.

5. Die Wasserausfuhr durch Haut und Lungen ist von der Wassereinfuhr unabhängig. Wir berechnen, da uns die Mittel zur directen Untersuchung fehlen, die Perspirationsgrösse aus der Differenz zwischen Wassereinfuhr und sensibler Ausfuhr. Diese Differenz schwankt meist zwischen 110—200 CC., einigemale

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

steigt sie auf 300 Cc. und darüber und an manchen Tagen sinkt sie unter 100 Cc.; aber diese Ziffern sind von der Grösse der Wasserzufuhr unabhängig. Wir finden die höchste Perspirationsgrösse von 380 Cc. bei der geringsten Wasserzufuhr. Die durchschnittliche Perspirationsgrösse bei 1200 Cc. Wasserzufuhr beträgt 207 Cc., bei Zufuhr von 1800 Cc. ist dieselbe 203 Cc., bei Zufuhr von 1500 Cc. beträgt sie 184 Cc. und bei Zufuhr von 800 Cc. ist sie 178 Cc. An einzelnen Tagen sinkt die Perspirationsgrösse auf ein Minimum, nämlich 70—50 und 20 Cc., an einem Tage ist sie = 0, und an 3 Tagen, am 4., 5. und 6. Februar, ist die Ausfuhr durch den Harn um 20—50 Grm. grösser als die Wassereinfuhr in der Nahrung und im Getränke. Die Luft war in diesen drei zuletzt genannten Tagen mit Wasserdunst übersättigt und dieser in Form eines dichten Nebels in der Atmosphäre vorhanden. Das Körpergewicht hatte nicht abgenommen, es war im Gegentheile von 29190 auf 29400 Grm. gestiegen, an eine Wasserabgabe vom Körper ist also nicht zu denken, ein beträchtlicher Fehler ist gleichfalls auszuschliessen, da die Factoren für die Berechnung, nämlich das Messen des zugeführten Wassers und des gelassenen Harnes zu einfach sind. Der Wassergehalt des Fleisches ist freilich keine absolute Grösse, aber derselbe schwankt doch nur innerhalb enger Grenzen, zwischen 73—76%. Wir legen bei unseren Berechnungen den Gehalt von 75% zu Grunde. Würde derselbe aber auch in diesen Versuchstagen 76% betragen haben, würde dieses nur einer vermehrten Zufuhr von 12 Grm. aq. gleichkommen, es wäre noch immer die Ausfuhr durch den Harn grösser als die Einfuhr. Diese merkwürdige Thatsache ist also nur dahin zu deuten, dass bei grossem Wassergehalte der Luft nicht nur keine Wassergasausscheidung stattfindet, sondern dass auch Wasserdunst von Aussen durch Haut und Lungen in den Organismus treten kann. Bidder und Schmidt[1] haben auf Grundlage ihrer Ernährungsversuche ausgesprochen, dass der Betrag der Wasserdampf-Exhalation nur innerhalb enger Grenzen schwanke, dass sie von der Wasserauf-

---

[1] Bidder und Schmidt. Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel. 1852.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

nahme unabhängig sei und nur „als alleinige Function der Temperatur und des Sättigungsgrades der den Körper umgebenden Luftschichten mit Wasserdampf zu betrachten sei“.

Unsere Versuche bestätigen diesen Zusammenhang aufs vollständigste. Während aber Bidder und Schmidt den Betrag der Wasserdampf-Exhalation auf 15—17 p. m. des Körpergewichtes annehmen, ergibt sich aus unseren Versuchen, dass diese Exhalation mindestens beim Hunde viel geringer sei. Nach Bidder und Schmidt würde für das 30 Kilo schwere Thier die Wasserdampf-Exhalation circa 900 Grm. p. d. betragen, während dieselbe im Durchschnitte nur 200 Grm. betrug.

Von Interesse ist es, dass die höchsten Stickstoffauscheidungen durch den Harn auf jene Tage fallen, an welchen die Wassergas-Exhalation verschwunden war. Sollte dies dahin gedeutet werden können, dass der Wasserdampf der Träger des exspirirten Stickstoffes sei, und dass mit dem geänderten Respirationschemismus auch die Umsetzung der Albuminate und die Ausscheidung dieser Umsetzungsproducte modificirt werde?

Es ist dies natürlich nur eine Hypothese, die zu ihrer Stichhaltigkeit weiterer Bestätigung bedarf. Dass die Wasserexhalation allein nicht für die Art der Stickstoffausfuhr massgebend ist, geht daraus hervor, dass auch bei reichlicher Wasser-Exhalation, wie beispielsweise am 2. Februar, doch eine grosse Stickstoffausscheidung durch die Nieren, also eine verminderte Stickstoffausfuhr durch die Lungen statt hatte. Welcher Art die Bedingungen sind, unter welchen die Umsetzung der Albuminate derart von Statten geht, dass aller N durch die Nieren ausgeschieden wird, ist noch nicht festzustellen. Gerade der Umstand, dass in der langen, 60tägigen Versuchsreihe nur an 5—6 Tagen der muthmassliche Gesammtstickstoff des umgesetzten Fleisches im Harne erscheint, beweist, dass eine partielle Ausscheidung des Stickstoffes durch die Lungen die Regel sei. Dieses Ergebniss unserer Untersuchung stimmt auch vollkommen überein mit den Ergebnissen der bekannten von Regnault und Beiset angestellten Untersuchungen über den Stickstoffgehalt der Respirationsluft. In 12 an Hunden angestellten Untersuchungen war nur einmal im Athemapparate kein Stickstoff vorhanden, während 10mal eine mehr oder weniger grosse Stickstoff-Exhalation nachzuweisen war.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Das wichtigste Ergebniss unserer Untersuchungsreihe ist, dass auf indirectem Wege, nämlich aus der Menge des durch den Harn ausgeschiedenen Stickstoffes nachgewiesen wurde, dass der Stickstoffgehalt des Fleisches, an einzelnen Tagen wenigstens, entschieden grösser war, als der von Voit allen seinen Rechnungen zu Grunde gelegten Ziffer entspricht, dass dieser Stickstoffgehalt selbst über 4% betragen kann, da eben an einzelnen Tagen mehr als 50 Grm. mit dem Harn entleert wurde.

Diese Thatsache wurde auf directem Wege bestätigt durch zahlreiche Fleischanalysen, welche die Herrn Toldt und Novak im Laboratorium des Prof. Schneider ausführten.

Dr. Toldt hat an meinem Hunde eine längere Untersuchungsreihe über den Stickstoffumsatz der eingeführten Nahrung ausgeführt, er hat mir auf mein Ersuchen die Ergebnisse seiner Untersuchung gefälligst mitgetheilt und die Veröffentlichung gestattet. Ich lasse dieselben nachstehend folgen:

„Die Untersuchung erstreckte sich auf 40 Tage, nachdem der Hund durch 16 Tage als tägliche Nahrung 1200 Grm. Pferdefleisch erhalten, und im Körpergewicht sich nicht wesentlich geändert hatte. Die Versuchsreihe wurde mit allen, von Voit urgirten Vorsichtsmassregeln durchgeführt, namentlich wurde der gesammte Harn stets entweder von mir selbst oder in meiner Gegenwart in einem untergehaltenen Glase aufgefangen. Als Nahrung wurde täglich verabfolgt: 1200 Grm. möglichst sorgfältig ausgewähltes Pferdefleisch und 1000 CC. Wasser. Die Menge des N im Harne wurde sowohl nach der Liebig'schen Titrirmethode, als nach der Schneider-Seegen'schen Bestimmungsmethode ermittelt, wobei zu bemerken ist, dass ich für letztere stets 10 CC. Harn zur Untersuchung verwendete, — nicht, wie üblich 5 CC. — wodurch die Fehlergrenzen um die Hälfte vermindert wurden. Die Titerflüssigkeiten wurden zu Beginn und zu Ende der Versuchsreihe auf ihre Richtigkeit geprüft, die verwendeten Massgefässe Büretten, u. s. w. ebenfalls bezüglich ihrer Übereinstimmung und Genauigkeit controlirt.

Zu Ende der Versuchsreihe, während welcher das Körpergewicht des Hundes von 28·360 auf 26·980 Kilo herabgesunken war, hatte das Thier im Ganzen 1564·57 Grm. N durch den Harn entleert; rechnet man hiezu noch ungefähr 20 Grm. N aus dem

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Kothe, so ergibt sich eine Gesammtausscheidung von 1584·57 Grm. in 40 Tagen. — Würde man nun den N-Gehalt des zugeführten Fleisches, wie üblich, zu 3·4% berechnen, so stünde eine Gesammteinfuhr von 1632 Grm. N entgegen, woraus sich ein Deficit von 47·43 Grm. oder 2·9% N berechnet [1].

Es lag jedoch in meinem Versuchsplan, für die Berechnung der Stickstoffzufuhr nicht eine ungefähre Mittelzahl, sondern den wirklich gefundenen N-Gehalt des verfütterten Fleisches zu Grunde zu legen, und so habe ich von jeder der für je 3 Tage bestimmten Fleischrationen eine gewogene Menge entnommen, in ein Glasröhrchen gebracht, zuerst bei 100° C. im trockenen Luftstrom (Aspirator mit vorgespanntem Chlorcalciumsrohr) entwässert und dann unter der Luftpumpe über SO_3 getrocknet, bis keine Gewichtsabnahme mehr constatirt werden konnte. Die sogenannte trockene Fleischmasse wurde in den signirten Glasröhrchen im Exsiccator für die Analyse aufbewahrt. — Ich wurde leider durch Krankheit verhindert, die Fleisch-Analysen für die ganze Versuchsreihe auszuführen, und darin liegt der Grund, warum ich die Untersuchung nicht als abgeschlossen betrachten kann. Wie weit ich mit meiner Arbeit gekommen bin, will ich in Folgendem berichten:

Der N-Gehalt des Fleisches wurde nach zwei Methoden bestimmt; einmal durch Glühen mit Natronkalk in dazu vorbereiteten starken, etwa ½ Meter langen Verbrennungsröhren, wobei das in die SO_3-Vorlage übergegangene NH_3 durch Rücktitriren der freigebliebenen SO_3 mit NaO ermittelt wurde; und andererseits vermittelst der Elementaranalyse durch Verbrennung mit CuO. — Die nach beiden Methoden gewonnenen Resultate waren nun nicht hinreichend übereinstimmend, um für die obige Berechnung verwendet werden zu können. Es zeigte sich, dass bei der Bestimmung mit Natronkalk Proben eines und desselben Fleisches

[1] Das Thier hat während der Versuchsdauer um 1380 Grm. an Körpergewicht abgenommen. Wird diese Gewichtsabnahme als Fleischverlust berechnet, entspricht derselben eine Stickstoffmenge von 46·9 Grm. Diese zur Stickstoffeinfuhr addirt, erhöht dieselbe auf 1678·9 Grm. Die Differenz zwischen Ein- und Ausfuhr würde 94·4 Grm. betragen, was einem Deficit von 5·6% entspräche.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

stets weit geringere Mengen von N ergaben als durch die Elementaranalyse erhalten wurden. Ausserdem differirten die erhaltenen Zahlen aus verschiedenen Fleischproben nicht unerheblich. Stets waren jedoch die niedrigsten Ziffern aus der Elementaranalyse gewonnen höher, als die höchsten Zahlen der Natronkalk-Methode. Der hiedurch begründete Verdacht, es möchte nicht aller N des Fleisches durch den Natronkalk in NH_3 überführt werden können, wurde bestätigt, als ich den Glührückstand mit Wasser verrieb, und das Ganze neuerdings der Glühhitze unterzog; es wurden beim zweiten Glühen stets noch grössere oder geringere Mengen von NH_3 in der Will'schen Vorlage nachgewiesen (wobei mit den 10fach verdünnten Normallösungen gearbeitet wurde) und ausserdem zeigte der zweite Glührückstand einen ganz exquisiten Geruch nach Methylamin.

Das Mittel aus acht nach dieser Methode ausgeführten Fleischanalysen ergab 3·27 % N, wobei als mindeste Zahl 3·13, als höchste 3·37 % N erhalten wurde; für die Analyse waren je 300 bis 450 Milligrm. trockener Substanz verwendet worden Bezüglich des luftdichten Verschlusses des Apparates, der vollständigen Überführung des entwickelten NH_3, ferner was die Dauer und Intensität der Glühhitze, endlich die Correctheit der Titrirung anbelangt, wurde die gebotene Sorgfalt nicht verabsäumt.

Die Elementaranalyse mit CuO ergab ganz differente Resultate, und ich stelle die gewonnenen Zahlen denen der Natronkalk-Analyse gegenüber:

Fleisch am 1., 2., 3. December verfüttert (enthielt 25·376% trock. Substanz).

1.) 2.)	Analyse mit Natronkalk:	3·27 % 3·16 %	N
	Elementaranalyse:	3·74 %	N

Fleisch am 4., 5., 6. December verfüttert (enthielt 24·584% trock. Substanz).

1.) 2.)	Analyse mit Natronkalk:	3·34 % 3·27 %	N
	Elementaranalyse:	4·02 %	N

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Fleisch ausserhalb der Versuchsreihe (24·63 % trockene Substanz).

1.) 2.)	Analyse mit Natronkalk:	3·34 % 3·37 %	N
	Elementaranalyse	3·93 %	N.

Auffallend ist, dass das Fleisch, welches geringeren N-Gehalt ergab, auch weniger Wasser enthielt. Die Elementaranalyse wurde unter der Anleitung und unmittelbaren Aufsicht von Herrn Prof. Schneider in folgender Weise vorgenommen. (Es wurden für die erste Analyse 458·2 Mgr., für die zweite 378·0 Mgr. und für die dritte 324·8 Mgr. trockenes Fleisch verwendet.)

Die auf einer Seite ausgezogene Verbrennungsröhre wurde gut gereinigt und derart gefüllt, dass zuerst ein Propf von frisch geglühtem Asbest eingeführt, dann eine Lage von doppelt-kohlensaurem Natron wieder mit einem ausgeglühten Asbestpfropf bedeckt wurde. Es folgten nun der Reihe nach: Ein Propf aus dünnem Kupferdrath, dann Kupferoxyd, und dann das Gemenge der trockenen Fleischsubstanz mit Kupferoxyd; auf diese Schichte folgte eine Lage von Kupferoxyd, dann metallisches Kupfer, wieder Kupferoxyd, endlich ein ausgeglühter Asbestpfropf. Die so gefüllte Röhre wurde auf den Verbrennungsofen gelegt und mittelst eines Kupferstöpsels luftdicht ein Gasentwicklungsrohr eingefügt, welches in einer Wanne unter Quecksilber tauchte. An das ausgezogene Ende der Verbrennungsröhre wurde ein Kohlensäureapparat gespannt und durch 3 Stunden fortwährend gereinigte Kohlensäure durch die Röhre getrieben. Nachdem dies im Verlaufe des Nachmittags geschehen war, blieb der Apparat die Nacht über so stehen und nächsten Tages Früh wurde neuerdings CO_2 durchgeleitet; es wurde nun alles durch die Gasentbindungsröhre ausströmende Gas von Kalilauge absorbirt. Zum Sammeln der entwickelten Gase wurde eine Eudiometerröhre (in Millimeter getheilt), zur Hälfte mit Kalilauge, zur Hälfte mit Quecksilber gefüllt, über die Mündung des Gasentwicklungsrohres gestellt. Nachdem das ausgezogene Ende der Verbrennungsröhre zugeschmolzen war, wurde ein Theil des im rückwärtigen Ende derselben befindlichen doppelt-kohlensauren Natrons gelinde erhitzt, und nachdem die so entwickelte Kohlensäure eine Zeit lang durch die Röhre gestrichen war und alles entweichende Gas von der

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

vorgelegten Kalilauge absorbirt wurde, nach und nach die übrigen Partien der Röhre der Glühhitze ausgesetzt. Nachdem der ganze Inhalt der Röhre durchgeglüht war und das in der Eudiometerröhre gesammelte Gasvolum keine Zunahme mehr zeigte, wurde die Hitze allmälig gemässigt und schliesslich durch Erwärmen des noch unversehrten Theiles des doppelt-kohlensauren Natrons ein Kohlensäurestrom durch die Röhre getrieben. Die Eudiometerröhre wurde nun nach einiger Zeit vorsichtig aus der Quecksilberwanne genommen, sammt Quecksilber und Kalilauge in einen mit Wasser gefüllten Glascylinder gesetzt und über Nacht stehen gelassen. Die Flüssigkeit wurde öfters erneuert und durch vorsichtiges Schütteln der Eudiometerröhre mit dem Gase in innigere Berührung gebracht.

Die Volumbestimmung des Gases in der Eudiometerröhre geschah durch Abmessung des vom Gase eingenommenen Raumes der Röhre mit Wasser. Das Ablesen der Theilstriche wurde immer mit Hilfe des Fernrohres unter mehrfacher Controle vorgenommen; die Gewichtsberechnung des Stickstoffes geschah in der üblichen Weise, mit Zugrundelegen der in den Bunsen'schen Tabellen enthaltenen Zahlen.

Ich bemerke noch, dass das zur Analyse verwendete Kupferoxyd früher schon wiederholt durchgeglüht war, dass der luftdichte Verschluss der Verbrennungsröhre vollkommen sichergestellt war und dass bei Abwägung des der Analyse unterzogenen Fleisches, wie überhaupt bei der ganzen Operation mit der nöthigen Sorgfalt vorgegangen wurde. Die Verbrennungsröhre war etwas über 1 Meter lang; ich überzeugte mich auch, dass dem Stickstoff kein Stickstoffoxyd beigemengt war.

Ich wage es nun nicht, aus der geringen Zahl von drei Elementaranalysen bestimmte Schlüsse zu ziehen, möchte jedoch noch dieser Mittheilung hinzufügen, wie die aus der Analyse gewonnenen Zahlen für den Stickstoffgehalt des Fleisches zu den an den Fütterungstagen ausgeschiedenen Stickstoffmengen sich verhalten:

Am 1., 2. und 3. December betrug die Stickstoffausscheidung durch Harn und Koth 118·837 Grm. Berechnet man den Stickstoffgehalt der Nahrung nach dem Mittel der beiden Natronkalk-Analysen, so würden in den drei Tagen 115·56 Grm. N eingeführt

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

worden sein, in den Ausscheidungen also ein Plus von 3·27 Grm. oder 2·8 % Stickstoff enthalten gewesen sein. Legt man aber die Zahl der betreffenden Elementaranalyse der Berechnung zu Grunde, so hätte der Hund 134·64 Grm. Stickstoff genossen, somit wäre in den Excreten ein Deficit von 15·803 Grm. oder 11·7 % Stickstoff.

Ähnlich verhält es sich mit dem Fleisch, welches am 4., 5. und 6. December verfüttert wurde. Die Stickstoffausscheidung betrug an diesen drei Tagen 122·257 Grm. Berechnet man den Stickstoffgehalt des Futters nach dem Mittel der beiden Natronkalk-Analysen, so beträgt die Stickstoffeinfuhr 118·80 Grm.; es erscheint dann im Harn und Koth ein Plus von 3·457 Grm. oder 2·9 % Stickstoff. Rechnet man aber mit dem Ergebnisse der Elementaranalyse, so wurden 144·72 Grm. Stickstoff eingeführt, und es bleibt in den Ausscheidungen durch Harn und Koth ein Deficit von 22·463 Grm. oder 15·5 % Stickstoff. (Der Hund hatte in den ersten drei Tagen 5880 CC. Harn, in den zweiten drei Tagen 5430 CC. Harn entleert.) Das Körpergewicht des Hundes betrug am 1. December 27·380 Kilo, am 4. December 27·030 Kilo und am 7. December 27·000 Kilo. Der Hund ward täglich Früh nach Entleerung der Blase und des Kothes und vor dem Füttern gewogen [1]."

Herr Dr. Novak, Assistent des Prof. Schneider, hat eine grosse Reihe von Fleischanalysen ausgeführt, die demnächst veröffentlicht werden, und aus denen ich vorläufig die wichtigsten Ergebnisse mittheile. Die Arbeit ist mit grösster Sorgfalt, mit Beobachtung aller Cautelen und mit Berücksichtigung jeder Fehlerquelle ausgeführt. Dr. Novak hat zuerst durch Vorversuche constatirt, dass von den stickstoffhaltigen Verbindungen, die in genetischer Beziehung zur Fleischsubstanz stehen, manche, wie z. B. Harnsäure, sowohl durch Verbrennung mit Natronkalk, wie durch die Elementaranalyse gleiche Stickstoffmengen er-

---

[1] In den Tagen vom 1.—4. December beträgt die Gewichtsabnahme 350 Grm. Wird diese als Fleisch berechnet, entspricht derselben eine Stickstoffmenge von 13 Grm. Diese zur Zufuhr addirt ergibt eine Stickstoffeinnahme von 147·6 Grm. gegenüber einer Ausfuhr von 118·8 Grm., also ein Stickstoffdeficit von 19·5%.

Seegen.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

gaben, dass dagegen bei anderen, wie z. B. bei der Kynurensäure, die durch Verbrennung mit Natronkalk gefundene N-Zahl weit hinter der durch die Elementaranalyse gefundenen Ziffer zurückbleibt.

Novak hat zunächst mit derselben Fleischpartie desselben Thierindividuums vergleichende Analysen nach beiden Methoden angestellt, und nachfolgende Resultate erhalten:

Muskelpartie	Analyse	Analyse mit Natronkalk	Verbrennung mit Cuv.
A.	I.	3·33%	3·755
	II.	3·23 —	3·760
	III.	—	3·752
B.	I.	2·925	3·637
	II.	3·09 —	3·631
	III.	—	3·635.

Es wurde dadurch sicher gestellt, dass die Natronkalkverbrennung nicht ausreiche, um allen N-Gehalt des Fleisches in Form von Ammoniak zu erhalten.

Novak hat in Summe 12 Pferdefleisch-Elementaranalysen an dem Fleische von drei Thieren ausgeführt und kam in der Hauptsache zu folgendem Resultate:

1. Der Stickstoffgehalt variirt nach den Thierindividuen. Die Analysen ergaben bei einem Thiere einen Gehalt von 3·5 und bei einem anderen Thiere 3·9%.

2. Die verschiedenen Muskelpartien desselben Thieres haben einen verschiedenen N-Gehalt. Derselbe schwankt bei einem Thiere zwischen 3·78 und 3·97%.

Novak bestimmte auch den N des Hundefleisches durch die Elementaranalyse und da zeigten die verschiedenen Muskelpartien eine noch grössere Differenz in Bezug auf den percentischen Stickstoffgehalt; derselbe variirte nach den verschiedenen Muskelpartien von 3·52 bis 4·31, während die Analysen derselben Partien bis auf die zweite Decimalstelle übereinstimmende Resultate ergab.

Die directen Fleischanalysen beweisen also aufs unwiderleglichste, dass das Fleisch in Bezug auf den Stickstoffgehalt wesentlichen Schwankungen unterliegt, es ist ferner auf directem

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

wie auf indirectem Wege erwiesen, dass der Stickstoffgehalt des Fleisches häufig grösser ist, als derselbe von Voit und auch von mir angenommen wurde.

Allen bisherigen Untersuchungen lag also ein wesentlicher Irrthum zu Grunde, das Einnahmsbudget wurde als feststehend angesehen, und die ganze Sorgfalt der Feststellung des Ausgabenbutgets zugewendet.

Voit hat auf dieser Grundlage sein Gesetz aufgestellt, dass der Gesammtstickstoff der Einnahme im Harn und Koth wieder erscheine, und hat jede widersprechende Erfahrung als mit Beobachtungsfehlern behaftet zurückgewiesen. Alle diese Beobachtungsfehler wurden auf mangelhafte Harnansammlung zurückgeführt, es wurden um mit Voit's Worten zu reden „Mücken geseiht, und Elefanten durchgelassen". Während die Verluste in einem gut eingerichteteten Stalle nach unseren Ausgussversuchen 4—5% betragen können, beträgt die Differenz in den Einnahmsposten, je nachdem man den Stickstoffgehalt des Fleisches zu 3·4% oder zu 4% annimmt über 17%.

Der schwankende Stickstoffgehalt des Fleisches erklärt zum grossen Theile die Differenzen in den Ausscheidungsziffern, er erklärt vorzüglich was bis dahin unerklärlich war, das zeitweilig auftretende anscheinende Plus in der Stickstoffausfuhr.

Es ist nicht bloss denkbar, sondern im hohen Grade wahrscheinlich, dass auch dann ein Deficit vorhanden war, wenn auf der unrichtigen Basis des constanten Stickstoffgehaltes von 3·4% ein vermeintliches Gleichgewicht zwischen Stickstoffeinfuhr und Ausfuhr durch Harn und Koth nachgewiesen werde.

Ich habe in meinen früher mitgetheilten Untersuchungen wiederholt kein Deficit, zuweilen ein Plus in der Stickstoffausfuhr gefunden. In der zehntägigen, mit Voit gemeinschaftlich ausgeführten Untersuchung war, wenn die Körpergewichtszunahme als Fleischansatz berechnet wird, ein Plus in der Ausfuhr vorhanden. Schneider hat einen Monat später den Harn einen Tag gesammelt, und den Stickstoffgehalt bestimmt, dieser betrug 41·2 Grm. Voit theilt dieses Resultat mit als Bestätigung, dass das früher von mir gefundene Deficit nur durch Fehler in der Einsammlung veranlasst sein konnte. Voit hätte eine glänzen-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

dere Bestätigung in den einige Monate später von mir und von Toldt ausgeführten Untersuchungsreihen. In letzterer ist nur ein mässiges Deficit vorhanden, und doch zeigt gerade diese Reihe bei Zugrundelegung der Ziffern des wirklich eingeführten Stickstoffgehaltes im verfütterten Fleische ein Deficit von 11 bis 19%.

In meiner 56tägigen Untersuchungsreihe ist die Ausfuhr grösser als die Einfuhr. Dieses Verhältniss würde gewiss ein anderes sein, wenn das Einnahmenbudget auf Grundlage der Fleischuntersuchung festgestellt worden wäre.

Voit resumirt an einer Stelle seiner gegen meine Versuche gerichteten Abhandlung seine Ansichten mit folgenden Worten: „Die Aufgabe besteht, einfach darin zu sehen, ob durch Harn und Koth eben so viel Stickstoff abfliesst als zufliesst, oder ob noch durch einen andern Weg der Abfluss geschieht, und das Princip der Lösung der Aufgabe ist, es so einzurichten, dass eben so viel abfliesst als zugeflossen ist, und dann genau das Eingeführte und das Weggeführte zu messen. Wenn jemand auf den beiden ersten Wegen Alles findet, und zugleich nachweisen kann, dass von anderen, die, weil sie daraus nicht Alles erhalten, eine unbekannte Ausflussöffnung annehmen, bei der Messung des Zu- und Abganges Verluste stattgefunden haben, so kann man unmöglich im Zweifel sein, welche Ansicht die richtige ist.“ Der Kernpunkt dieser etwas unklaren Sätze ist der „das das Eingeführte und das Weggeführte genau gemessen werden muss“. Insolange als diesem Erfordernisse nicht entsprochen wurde, ist eine Bilanz unmöglich, und das auf unrichtiger Grundlage statuirte Gesetz ist haltlos.

Ich habe in meiner ersten Abhandlung die Arbeiten aller jener Forscher mitgetheilt, welche wie ich ein Deficit zwischen der Stickstoffeinfuhr- und Ausfuhr nachgewiesen haben. Voit sucht fast überall das Deficit auf dieselbe Fehlerquelle in der Harneinsammlung zurückzuführen, er verlangt von allen, die seinen Angaben widersprechen, das völlige directe Auffangen des Harns. Ich brauche nach dem Vorhergehenden auf die Bedeutung dieser Forderung und auf die Berechtigung, jedes Deficit auf die Nichterfüllung dieser Bedingung zurückzuführen, nicht weiter zurückzukomme

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Voit behauptet aber ferner, seine Gegner „welche eine Stickstoffausscheidung durch Haut und Lungen annehmen, haben nicht den Schatten eines Beweises dafür gebracht, in welcher Form und wie dieser Stickstoff den Körper verlassen hat“. Diese Behauptung ist unrichtig, ich habe die einzigen directen Beweise die für Stickstoff-Exhalation vorhanden sind, die berühmten Versuche von Régnault und Reiset beigebracht. Voit hatte diese Versuchsresultate nicht als beweisend angesehen, weil die von Régnault gefundene Stickstoffmenge zu gering sei, um das in Ernährungsversuchen gefundene Deficit zu decken, und weil diese Forscher selbst nicht ein Wort darüber äusserten, wodurch die Alteration im Stickstoffgehalt bedingt sein könnte. Ich habe mich bemüht nachzuweisen, dass das von Régnault und Reiset gefundene Stickstoffquantum mehr als genügend sei, um selbst ein sehr bedeutendes Deficit zu decken. Ich habe nach dieser Richtung auch Reiset's neuere Versuche an Hammeln citirt, bei welchen dieser Forscher die Übereinstimmung in den Ziffern des exhalirten Stickstoffes und des in den Excrementen fehlenden Stickstoffs nachweist. Die Einwendungen, welche von Pettenkofer gegen die Correctheit dieser Versuche und gegen die Verlässlichkeit der gewonnenen Resultate gemacht wurden, war ich zu widerlegen nicht im Stande, da ich mit diesen Arbeiten nicht vertraut bin. Ich wollte wissen, wie Régnault sich zu diesen Einwendungen verhalte und Prof. Pfaundler, ein ehemaliger Schüler Régnault's, war so freundlich, ihn brieflich in dieser Frage zu interpelliren. Ich theile nachstehend die hieher gehörigen Stellen aus Régnault's Antwort mit:

„Je réponds à votre question — „la totalité de l'azote des substances alimentaires se trouve-t-elle dans les excréments, ou une partie s'échappe-t-elle par la respiration?“

Je sais que Mr. Voit et Pettenkofer ont contesté l'exactitude des expériences que j'ai faites avec Mr. Reiset sur la respiration, et je n'ai jamais songé à leur répondre parce que leurs critiques ne posent sur aucun fondement.

Ainsi ils pensent que mes appareils n'étaient pas hermétiques, et qu'il a du y entrer de l'air, ce qui expliquerait le gain d'azote que nous avons trouvé. Mais si ces Messieurs avaient lu attentivement notre mémoire, ils auraient vu, que pendant toute l'expérience

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

qui dure souvent plusieurs jours, *il y a dans notre appareil un excès de pression*. C'est la condition nécessaire pour nos expériences. Or dans ce cas, si les appareils n'étaient pas hermétiques, *il y aurait perte d'azote, et non pas gain.*

Nous nous sommes toujours assuré que l'appareil était absolument hermétique, et cette condition était bien facile à réaliser.

De plus ces Messieurs ont pu voir que dans quelques expériences, nous avons eu une *véritable diminution d'azote* dans l'atmosphère. Ce cas ne s'est présenté, que *quand l'animal était à l'inanition.* La respiration est alors beaucoup plus lente, et on prolongeait l'expérience beaucoup plus longtemps. On se trouvait donc dans les conditions où, dans l'hypothèse de ces Messieurs, on aurait dû avoir dans l'appareil *le plus grand gain* d'azote.

Je n'ai pas fait l'expérience d'une bougie brûlante dans notre cloche, parce que ce serait un contrôle très incertain. La combustion d'une bougie est toujours incomplète, et donne des produits accessoires, qui troubleraient les résultats. Ce serait un *procédé barbare*. Mais nous avons très souvent soumis l'oxygène de nos ballons à des essais pour en éprouver la pureté. Le moyen le plus sûr était de le brûler par l'hydrogène dans mon eudiomètre, ou en y faisant passer successivement plusieurs mélanges (de 2 H et 1 O) approximatifs, et analysant ensuite exactement ce qui restait après plusieures combustions. La petite quantité d'azote qui restait, était toujours *absolument négligeable*, elle ne formait pas le $^1/_{50}$ me. de la quantité d'azote exhalé. Par notre manière de préparer l'oxygène, rien n'était plus facile, que de chasser complèment l'air avant de recueillir l'oxygène, et l'on doit admettre que nous avons assez d'habitude des opérations chimiques pour savoir éviter une pareille cause d'erreur. Enfin, on trouve dans notre mémoire assez de cas particuliers qui prouvent l'inexactitude de leurs critiques. Régnault.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle zu meinen Untersuchungen.

Datum	Körpergewicht	Harnmenge	Stickstoff p. c.	Stickstoff p. d.	Anmerkungen
		Eingenommen 1200 Cc. Wasser, 1200 Grm. Fleisch.			
21. Dec.	29890	1890	2·17	41·0	
22.	29990	1960	2·14	41·9	
23.	30060	1930	2·11	40·8	
24.	30040	1930	2·1	40·5	
25.	30040	1840	2·2	40·5	
		1500 Cc. Wasser.			
26.	29970	2280	1·78	40·6	
27.	29990	2250	1·83	41·2	
28.	30090	2260	1·85	41·7	
29.	30120	2250	1·89	42·5	
30.	30110	2040	1·94	39·7	
		1800 Cc. Wasser.			
31. Dec.	30060	2520	1·62	40·9	
1. Jän.	30040	2510	1·73	43·5	
2.	30060	2450	1·75	42·8	
		800 Cc. Wasser.			
3.	30130	1500	2·8	42·0	
4.	30120	1420	2·95	41·9	
5.	30170	1500	2·64	39·6	
6.	30310	1515	2·62	39·6	
7.	30160	1500	2·59	38·8	
8.	30160	1540	2·36	36·6	
9.	30240	1490	2·57	38·2	
10.	30240	1550	2·37	36·4	
11.	30160	1480	—	—	Harnverlust
12.	30160	1570	2·45	39·0	
13.	30060	1600	2·52	40·3	
14.	29940	1530	2·84	38·8	
15.	29940	1490	2·74	40·8	
16.	29860	1500	2·59	38·8	
17.	29920	1570	2·60	40·8	
18.	29940	1560	2·50	39·8	
		500 Cc. Wasser.			
19.	29960	1180	3·3	38·9	
20.	29910	1340	3·3	44·0	
21.	29820	1250	3·2	46·0	
22.	29760	1270	3·2	40·6	
23.	29740	1290	3·0	38·9	
24.	29700	1400	3·1	43·9	

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Datum	Körper-gewicht	Harn-menge	Stickstoff		Anmerkungen
			p. c.	p. d.	
25.	29590	1380	3·1	43·0	
26.	29610	1350	3·2	43·2	Stall verunreinigt.
27.	29440	—	—	—	Harnverlust.
28.	29540	—	—	—	
29.	29600	1220	3·44	41·9	
30.	29440	1260	3·44	43·3	
31.	29040	1250	3·45	43·1	Im Stalle gekothet.
1. Feb.	—	—	—	—	
2.	29290	1240	4·0	49·6	
3.	29190	1330	3·6	47·8	
4.	29250	1420	3·58	50·8	
5.	29300	1450	3·47	50·3	
6.	29400	1450	3·47	50·6	
7.	29250	1220	3·40	40·4	
8.	29250	1300	3·15	39·6	
9.	29200	1220	3·48	42·4	Im Stalle gekothet.
10.	29180	1250	—	—	
11.	29280	1190	3·28	39·3	
12. Feb.	29380	1150	3·50	40·0	
13.	29270	1190	3·10	37·6	
14.	29310	1210	3·51	42·4	
15.	29230	1210	3·43	41·5	
16.	29240	1290	3·20	41·2	
17.	29250	1250	3·20	40·0	
18.	29400	1120	3·70	41·4	
19.	29340	1340	—	—	

© Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle zu Dr. Toldt's Untersuchungen.

Datum	Körpergewicht in Kilo.	Harnmenge in C. C.	N (als NH_3 bestimmt) in Grm.	N in 100 Cc. Harn	Anmerkung
30. Oct.	28·360	1765	43·242	2·450	
31.	28·320	1800	34·020	1·890	
1. Nov.	28·250	1770	44·480	2·513	
2.	28·310	1650	36·630	2·220	
3.	28·240	1550	36·626	2·363	
4.	28·230	1695*	36·781	2·170	
5.	28·210	1805*	40·432	2·240	
6.	28·270	1835	37·892	2·065	
7.	28·270	1835*	35·966	1·960	
8.	28·160	1845	37·841	2·051	
9.	28·250	2000	41·860	2·093	
10.	28·210	1845	35·072	1·901	
11.	28·140	2030	44·903	2·212	
12.	28·030	1845	37·195	2·016	
13.	27·900	1895	38·734	2·044	
14.	27·880	2000*	38·640	1·932	
15.	27·870	1910	35·296	1·848	
16.	27·800	2020	39·592	1·960	
17.	27·850	1930	39·584	2·051	
18.	27·730	1905	40·671	2·135	
19.	27·720	1895*	39·795	2·100	
20.	27·600	1990	39·282	1·971	
21.	27·550	1855	37·916	2·044	
22.	27·600	1940	39·382	2·030	
23.	27·580	1945	39·755	2·044	
24.	27·540	1790	39·469	2·205	
25.	27·530	1820	39·494	2·170	
26.	27·530	1910	39·307	2·058	
27.	27·580	2015	39·817	1·976	
28.	27·500	1850*	38·332	2·072	
29.	27·480	1990	37·332	1·876	
30.	27·390	1875	37·537	2·002	
1. Dec.	27·380	2040	39·984	1·960	
2.	27·340	2010	38·411	1·906	
3.	27·060	1830	38·942	2·128	
4.	27·030	1670	38·343	2·296	Das Thier hatte flüssige Stuhlentleerung.
5.	26·840	1805	42·454	2·351	
6.	27·040	1955	39·960	2·044	
7.	27·000	1915	41·287	2·156	
8.	26·980	1950	42·315	2·170	
9.	26·940				

Das Zeichen * in der Rubrik „Harnmenge" bedeutet, dass das Thier an diesem Tage einen Theil des Harns in den Stall entleert hat.